

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和61年(1986)2月20日

H 01 S 3/18

7377-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 半導体レーザ装置

⑯ 特 願 昭59-155222

⑰ 出 願 昭59(1984)7月27日

⑱ 発 明 者 辻 伸 二 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲ 発 明 者 中 村 均 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲ 発 明 者 大 石 昭 夫 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑲ 発 明 者 比 留 間 健 之 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 代 理 人 弁理士 高橋 明夫 外1名

最終頁に続く

## 明 細 書

発明の名称 半導体レーザ装置

## 特許請求の範囲

1. 光電界の及ぶ範囲に光の伝搬方向に屈折率が等価的に異なる少なくとも二種以上の領域が交互に繰り返されており、これらの領域の幅がキャビティ方向にわたって変化したことを特徴とする半導体レーザ装置。

2. 前記屈折率が等価的に異なる領域の繰り返しの周期が一定であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体レーザ装置。

## 発明の詳細な説明

## 〔発明の利用分野〕

本発明は半導体レーザ装置に関するものである。光通信光源として好適である。

## 〔発明の背景〕

縦単一モード半導体レーザの一例としては分布帰還形レーザがあり、その横断面図を第1図に示す。第1図において表面に回折格子を形成したn型InP基板1上にn型InGaAsPガイド層2、

InGaAsP活性層3、InGaAsP バッファ層3、p型InPクラッド層5、p型InGaAsP表面層6を順次積層し、p型InGaAsP表面層6の上面にp側電極8をn型InP基板1の裏面にn側電極9をそれぞれ設けている。上記のように構成された分布帰還形レーザ装置では、ブラッグ波長を中心とする異なる2つの波長の光が同時に発振しやすいという欠点があった。このため光の伝搬方向に回折格子の周期よりも長周期の不均一な実効屈折率分布を持たせることで軸モードの単一化を図る方法が文献1で提案されている。

しかし、従来の装置は活性層幅を可変とする(たとえば文献2)ことで上記の効果を満足するものであった。この場合には、活性層の幅を精密に制御する必要があり、素子の作製上再現性を期待するのは困難であった。また、他の手法として、キャビティの中央部近傍で、回折格子の位相と $\pi/4$ だけずらすことで軸モードの単一化を図る方法も文献3、4で提案されている。

ところが、この場合にも、劈開面における波動

の位相関係によつては、単一化の条件が破壊されるため、特に外部からの戻り光が存在する場合に安定な単一モード動作を行なうことは困難であつた。

なお、上記文献1~4は次のものである。

- 1) 多田他, 1983年春季応用物理学会予稿4 a - H-1 P117.
- 2) 鈴木, 多田, 電気通信学会研究会資料OQE 77-88 (1978)
- 3) 江田他, 昭和59年電通大会予稿P4-38 (1984).
- 4) 内山他, 昭和59年電通大会予稿P4-67 (1984).

#### 〔発明の目的〕

本発明は変調時においても単一モード動作を行う半導体レーザ装置を得ることを目的とする。

#### 〔発明の概要〕

分布帰還形レーザの発振波長は、レーザの共振器長が有限であるため、ブラッグ波長を中心とする多数の発振モードが存在し、ここでしきい値利

得の一番低いモードが選択的に発振することで定まる。軸方向に実効的な屈折率分布が無い場合にはブラッグ波長を挟んだ2つのモードのしきい値利得が等しく単一モード比は困難である。これに対し、屈折率分布を持たせる事で、2つのモード間に利得差を生ぜしめ、単一モード化を図つた。

#### 〔発明の実施例〕

本発明の実施例を図面とともに説明する。第2図は本発明による半導体レーザ装置の第1の実施例を示す断面図、第3図は第2の実施例を示す断面図である。第2図に示す第1の実施例は導波路の屈折率をキャビティにわたつてほぼ周期的に変化させ、かつその平均的な屈折率がキャビティの中央近傍とキャビティの端面側で変化するように光ガイド層3の結晶厚さがほぼ周期的に変化し、かつその厚さを異にする部位の幅がキャビティにわたつて変化するように作製して得られた構造である。n型InP基板1上全面にレジストを塗布し、周知の電子ビームによる直線描画法あるいは電子ビーム描画を用いて形成した金属パタンをマ

スクとしたX線リソグラフィ法を用いてパタン寸法の異なる一定周期約2300Åの回折格子を形成した後、RIE (reactive ion etching) 法を用いて深さ400Åの幅が300~1500Åの範囲で変化する回折格子をInP基板1表面に転写する。つぎにOMVPE (organo metallic vapor phase epitaxial) 法を用いてn型InGaAsP光ガイド層2 (Teドープ、キャリア密度 $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、平均厚さ0.1~0.2  $\mu\text{m}$ 、 $\lambda_g \sim 1.3 \mu\text{m}$ )、InGaAsP活性層3 (アンドープ、厚さ0.1~0.2  $\mu\text{m}$ 、 $\lambda_g \sim 1.5 \mu\text{m}$ ) p型InGaAsPパツファ層4 (Znドープ、キャリア密度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ0.1~0.2  $\mu\text{m}$ 、 $\lambda_g \sim 1.3 \mu\text{m}$ )、p型InP層5 (Znドープ、キャリア密度 $\sim 1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ2~4  $\mu\text{m}$ )、InGaAsP p表面層6 (Znドープ、キャリア密度 $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ0.2~0.4  $\mu\text{m}$ ) を順次積層する。次いで上面および下面にそれぞれp側電極8 (Au/Cr) およびn側電極 (Au/AuGeNi) を蒸着により形成し、へき開を行つて所

望の半導体レーザ装置を得た。上記半導体レーザではキャビティ中央近傍の平均的な屈折率がキャビティの両端近傍に比して大きくなるため、ブラッグ波長よりも短波長側の発振モードが選択的に発振し、単一モード動作が生じた。なお上記半導体レーザ装置においても、 $\lambda/4$ に相当する膜厚のSiNx反射防止膜を少なくとも一へき開面あるいは両へき開面に形成することは、Fabry-Perotモードの混在を防止する観点から有効であつた。また、上記実施例では、回折格子の周期を一定値としたが、必ずしもこの必要はなく、キャビティ方向にその周期を変化とするチャープトグレーティングレーザにおいても有効であつた。

第3図に示す第2の実施例は、本特許の概念を面発光型レーザに適用したものである。分布帰還のキャビティとなる発光層13が層131とこれよりも屈折率の低い層132から成る積層構造であり、これらの層厚の比率がキャビティの各所において変化するようにして作製した構造である。n型InP基板1上にOMVPE (organo metallic

vapor phase epitaxial) 法を用いて、n 型 InGaAsP 層 11 (Te ドープ、キャリア密度  $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ  $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 、 $\lambda_g \sim 1.15 \mu\text{m}$ )、n 型 InP 層 12 (Te ドープ、キャリア密度  $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  厚さ  $20 \mu\text{m}$ ) を積層した後、次いで周期を  $234 \text{ nm}$  と一定にしつつ、n 型 InP 層 131 (Te ドープ、キャリア密度  $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) と n 型 InGaAsP 層 132 (Te ドープ、キャリア密度  $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  組成  $\lambda_g \sim 1.5 \mu\text{m}$ ) を交互にそれらの膜厚比を 10 対 1 から 1 対 1 の範囲で  $50 \sim 400$  の組層 13 を形成した後、引きつづき p 型 InP 層 5 (Zn ドープ、キャリア密度  $7 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 、厚さ  $\sim 20 \mu\text{m}$ )、アンドープ InGaAsP 層 6 (厚さ  $0.2 \sim 0.3 \mu\text{m}$ 、組成  $\lambda_g \sim 1.3 \mu\text{m}$ ) を積層してレーザ結晶を得る。次いで素子の p 側表面にスパッタリング法によつて  $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2$  の二重膜絶縁層を形成し、部分励起を行うために  $20 \mu\text{m} \phi$  の円形の窓をあけ、この部分に Zn 拡散を行う。この後上面及び下面に n 側電極 (AuGe Ni

/Au)、p 側電極 (Au/Cr) を蒸着により形成し、n 側に  $100 \mu\text{m} \phi$  の窓を形成することで所望の素子を得た。窓形成は円形の窓を有するレジストマスクを用いて電極層を Br<sub>2</sub>、或いは I<sub>2</sub> を含有するエッチング液を用いて除去した後、次いで Cl<sub>2</sub> を含有するエッチング液によつて InP 層 9 のエッチングを行い、最後に、 $\text{H}_2\text{SO}_4$  を主成分とするエッチング液によつて 11 層の窓あけを行なった。

得られた素子は、実施例 1 に示した素子と同様に安定な単一モード動作を行なった。なお上記レーザ装置においても実施例 1 に述べたようなチャープグレーティングの併用も可能である。さらに、実施例に述べた 131、132 の各層は、必ずしも同一組成で形成された単層膜である必要は無く、それぞれのうち、少なくとも一つが InGaAsP と InP 或いは組成を異にする InGaAsP によつて形成された多層膜であつても良い。

(発明の効果)

上記のように本発明による半導体レーザ装置は

活性層あるいは活性層近傍の光電界がおおよそ範囲に、光の伝播方向に周期的ではあるが、平均的には不均一な屈折率の変化を有することにより、ブラッグ波長の長波長側と短波長側のしきい値利得に差異が生じるため、発振モードの選択が生じ、変調時においても安定に概単一モードで動作する半導体レーザ装置を得ることができる。

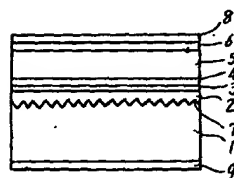
図面の簡単な説明

第 1 図は従来の概単一モード半導体レーザ装置の断面図、第 2 図は本発明の半導体レーザ装置の第 1 の実施例を示す断面図、第 3 図は上記第 2 の実施例を示す断面図である。

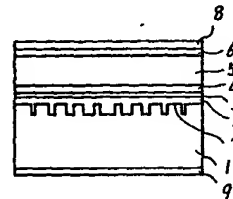
1…n 型 InP 基板、2…n 型 InGaAsP 光ガイド層、3…InGaAsP 活性層、4…p 型 InGaAsP バンプ層、5…p 型 InP クラッド層、6…InGaAsP 表面層、7…回折格子、8…p 側電極、9…n 側電極、11…InGaAsP 層、12…InP 層、13…多層積層部、15…拡散部、18…絶縁層、131…InGaAsP 層、132…InP 層。

代理人 弁理士 高橋明

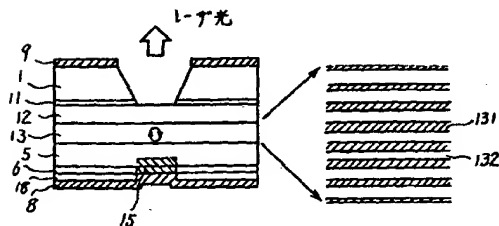
第 1 図



第 2 図



第 3 図



第1頁の続き

⑦発明者 福 沢

董

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中  
央研究所内

⑦発明者 茅 根

直 樹

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中  
央研究所内

⑦発明者 松 村

宏 善

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中  
央研究所内